

## 強い間伐はスギ人工林の雄花生産を増加させる

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
巻/号	853
掲載ページ	p. 237-240
発行年月	2003年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 強い間伐はスギ人工林の雄花生産を増加させる

清野嘉之<sup>\*1</sup>・奥田史郎<sup>2</sup>・竹内郁雄<sup>2</sup>・石田 清<sup>3</sup>・野田 巖<sup>4</sup>・近藤洋史<sup>4</sup>

清野嘉之・奥田史郎・竹内郁雄・石田 清・野田 巖・近藤洋史：強い間伐はスギ人工林の雄花生産を増加させる 日林誌 85 : 237~240, 2003 茨城県と京都府、熊本県の若いスギ林に強度を変えた間伐試験区を設け、間伐後最初の夏に分化した雄花の落下量をトラップ法で測定した。熊本では雄花が殆ど生産されなかったが、茨城と京都では土地面積当りの雄花生産量が無処理や通常間伐区で少なく、強度や超強度間伐区で多かった。強度や超強度間伐区では雄花着生個体数の比が高く、雄花着生個体当り雄花生産量が多かった。また、林分雄花生産量は  $R_y$  がある値（茨城では 0.6 未満、京都では 0.4 未満）のときに最大値をもつと推定される。これらのことから閉鎖林に行われる通常強度の間伐には、間伐で雄花が直接除去されることを除いては、雄花生産抑制の効果は認められないと考えられる。

キーワード： $R_y$ 、花粉症、樹冠、変異、リタートラップ

Kiyono, Y., Okuda, S., Takeuchi, I., Ishida, K., Noda, I., and Kondo, H.: Heavy Thinning Increases Male Strobili Production in Sugi (*Cryptomeria japonica*) Plantations. J. Jpn. For. Soc. 85: 237~240, 2003 Young stands of *Cryptomeria japonica* were thinned at various intensities in experimental plots in Ibaraki, Kyoto, and Kumamoto Prefectures. The amount of male strobili produced in the first summer after the thinning was measured in each plot by using litter traps. Few male strobili were formed in Kumamoto, but in Ibaraki and Kyoto the amount of male strobili per unit land area, the proportion of trees producing male strobili, and the mean amount of male strobili per such tree were greater in the heavily and extra-heavily thinned stands than in the unthinned and normally thinned stands. The production of male strobili per unit land area appears to reach a maximum when  $R_y$ , the yield index, which is an index of relative stand density, is a certain value (below 0.4 in Kyoto and below 0.6 in Ibaraki). We conclude that normal thinning (by which the  $R_y$  of a closed stand is decreased by less than 0.15) is not likely to reduce male strobili production in sugi plantations after the thinning.

Key words: crown, litter trap, pollinosis,  $R_y$ , variation

## I. はじめに

花粉症によって日本で発生する社会的費用は年間約 2,860 億円に達する (川口, 2000) という。ディーゼル車が排出する微粒子 (DPE) など大気汚染物質の関与も注目されているが、強いアレルギー反応を起こす物質 (アレルゲン) を含むスギ・ヒノキ花粉の大気中の飛散量が増加したことが、スギ花粉症患者の増加の一因といわれている。この空中花粉量の増加には花粉を生産するスギ、ヒノキの植林地面積の拡大 (家原, 2000) が関係している。また、温暖化傾向 (気象庁, 1999) の影響による着花量の増加も心配されている (村山, 2002)。発症予防や症状軽減の医療とともに、現存する森林におけるスギ・ヒノキ花粉の生産を抑制する適切な管理が望まれている。林野庁はスギ林に対する花粉生産抑制の方策ともなる間伐や枝打ちを推進している (林野庁, 2001 a, b)。また、雄花の着生量の多い個体に留意した間伐にも取り組んでいる (読売新聞 2001 年 9 月 21 日夕刊)。しかし、スギ林の環境やスギの

遺伝的特性 (勝田, 2001) は多様であり、野外においてスギの雄花生産に及ぼす間伐や枝打ちの効果を把握することは容易ではない。そこで森林総合研究所ではモデルによる予測 (清野, 2000) と現地試験による検証を進めている。ここでは間伐が雄花生産量に及ぼす影響について結果を報告する。

## II. 試験地と試験方法

2000 年 9~11 月に間伐試験地を茨城県笠間市 (茨城森林管理署 224 林班と小班)、京都府宇治市 (京都大阪森林管理事務所 30 林班は小班)、熊本県玉東町 (熊本森林管理署 155 林班い 1 小班) の 26~29 年生スギ林 (表-1) に設定した。茨城では超強度間伐 (本数間伐率 69%, 以下同じ)、強度間伐 (52%), 通常間伐 (13%), 無間伐 (0%) の四つの処理区を設けた。京都でも同様の 4 処理区 (68, 50, 26, 0%) を設けた。熊本では間伐は強度間伐 (39%) と無間伐 (0%) の 2 処理区とした。茨城の林は実生苗の植栽林である。京都の林は挿し木苗の植栽林で、品種は分

\* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: kiono@ffpri.affrc.go.jp

<sup>1</sup> (独) 森林総合研究所 (305-8687 つくば市松の里 1)

Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba 305-8687, Japan.

<sup>2</sup> (独) 森林総合研究所四国支所 (780-8077 高知市朝倉西町 2-915)

Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 2-915 Asakuranishimachi, Kochi 780-8077, Japan.

<sup>3</sup> (独) 森林総合研究所関西支所 (612-0855 京都市伏見区桃山町永井久太郎 68)

Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 68 Nagaikyutaro, Momoyama, Fushimi-ku, Kyoto 612-0855, Japan.

<sup>4</sup> (独) 森林総合研究所九州支所 (860-0862 熊本市黒髪 4-11-16)

Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 4-11-16 Kurokami, Kumamoto 860-0862, Japan.

(2003 年 2 月 28 日受付; 2003 年 5 月 15 日受理)

からないが針葉形態の異なる複数の系統が混生している。熊本の林も挿し木林（品種不明）である。

間伐前に処理区内の個体について胸高直径を直径巻尺で毎木調査した。間伐は下層間伐とし、処理区ごとに胸高直径の頻度分布にあわせ、また、立木位置が片寄らないように間伐木を選び、2000年11月～2001年2月の間に間伐を実行した。胸高直径の頻度分布に合わせて処理区ごとに10個体のサンプル木を選び、雄花の有無を双眼鏡で確かめた。また、樹高をレーザー距離計で測った。林分の相対的な込み具合を表す収量比数  $R_y$ （日本林業技術協会、1999）を間伐前、後について求めた。

間伐から約1年が経過した2001年12月に胸高直径を毎木調査した。茨城と京都では全個体、熊本では各測定区10個体について着生する雄花の有無を観察した。着生が認められた場合は、横山ら（2001）の方法に準じ、陽樹冠を構成するすべての一次枝に雄花が密に着生するか、陽樹冠を構成する全ての一次枝に雄花が着生するが疎らであるか、陽樹冠を構成する一部の一次枝に雄花が着生するかのいずれかに判別した。

2002年1～3月に受口面積  $0.1288 \text{ m}^2$  の雄花トラップを各処理区に20個設置し、落下してくる雄花を夏までに2、3回に分けて収集した。収集した雄花は実験室で調整したのち、熱風乾燥機を用いて  $85^\circ\text{C}$  で数日間乾燥させ、重量を測った（これを絶乾重とした）。花粉が飛散した後の雄花重は飛散した花粉重にほぼ等しい（齋藤、1987）と見られるので、落下雄花重を2倍した値を雄花生産量とした。

### III. 結 果

下層間伐で主として劣勢木が間伐された結果、いずれの間伐区も間伐前と比べて間伐後は平均胸高直径が大きくなり、平均樹高もやや高くなった（表-2）。茨城のスギ林の4処理区は、 $R_y$  では間伐前は  $0.90\sim 0.77$  の狭い範囲にあったが、間伐直後は無間伐区の  $0.89$  から超強度間伐区の  $0.42$  まで差が広がった。間伐直後の  $R_y$  は京都の4処理区でも  $0.80\sim 0.39$  と差がある。熊本は  $0.92$  と  $0.71$  である。本数密度は  $R_y$  にほぼ正比例して減少した。

雄花は年にもよるが2～3月頃に花粉を飛散し、大半は春のうちに落下する。京都と茨城でそれぞれ7月30日、8月20日までに落下した雄花のうち9割以上は5月末までに落下していた。花粉を飛散した雄花で夏以降も落下せず樹上にとどまるものの量はわずかであろう。林分当りの雄花生産量は無処理区や通常間伐区では少なく、強度や超強度間伐区では多かった（図-1）。データのある範囲全体で見ると、林分雄花生産量は  $R_y$  とおおむね負の比例関係にあるが、通常間伐の場合は無処理と比べて茨城の林ではやや増加、京都の林ではやや減少しており、 $R_y$  が高い範囲（およそ  $0.7$  以上）では、 $R_y$  が変化しても林分雄花生産量はあまり変わらなかった。

雄花着生個体数の比は、強く間伐された林分ほど高い傾向が茨城と京都で認められた（図-1）。雄花着生個体数比の範囲は両者で大きく異なり、茨城では  $68\sim 100\%$  と比較的高かったが、京都では  $21\sim 57\%$  と低かった。また、熊本は  $0\%$  であった。

表-1. 間伐試験林の位置と立地環境条件

試験林	標高 (m)	気候帯	土壌母材	土壌型	年平均気温* ( $^\circ\text{C}$ )	7月の月平均気温			年降水量* (mm)
						平年値* ( $^\circ\text{C}$ )	2000年** ( $^\circ\text{C}$ )	2001年** ( $^\circ\text{C}$ )	
茨城	240～260	暖帯	古生層	B <sub>0</sub>	12.2	23.2	25.2	26.3	1326.0
京都	260～280	暖帯	古生層	B <sub>0</sub>	14.3	26.7	28.3	28.8	1545.4
熊本	500～510	暖帯	安山岩	B <sub>0</sub>	13.9	27.0	28.1	28.2	1992.7

\* 1971～2000年の平年値（気象庁、2002）。気温は通減率を  $0.55^\circ\text{C}/100 \text{ m}$  とし最寄りの気象台の値で推定。降水量は気象台の値をそのまま用いた。\*\* 気象庁（2002）。

表-2. 間伐試験林の諸計測値

試験林 林齢	間伐処理	測定区面積 ( $\text{m}^2$ )	間伐直前				間伐直後			
			$R_y$	個体数密度 (trees/ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	$R_y$	個体数密度 (trees/ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)
茨城 26年	なし	213	0.89	2965	16.0	14.0	0.89	2965	16.0	14.0
	通常	321	0.78	2552	15.6	12.0	0.73	2210	15.7	12.1
	強度	221	0.90	2897	16.3	14.3	0.68	1403	16.7	14.4
	超強度	202	0.77	1933	17.3	14.0	0.42	595	18.6	14.5
京都 27年	なし	297	0.80	2123	18.8	14.3	0.80	2123	18.8	14.3
	通常	406	0.75	1725	20.4	15.0	0.68	1281	22.6	15.9
	強度	452	0.77	1857	20.0	14.8	0.57	928	22.5	16.0
	超強度	381	0.77	1917	19.5	14.3	0.39	604	21.2	14.5
熊本 29年	なし	273	0.92	2307	19.3	15.8	0.92	2307	19.3	15.8
	強度	237	0.84	1943	18.3	13.9	0.71	1183	18.4	14.0

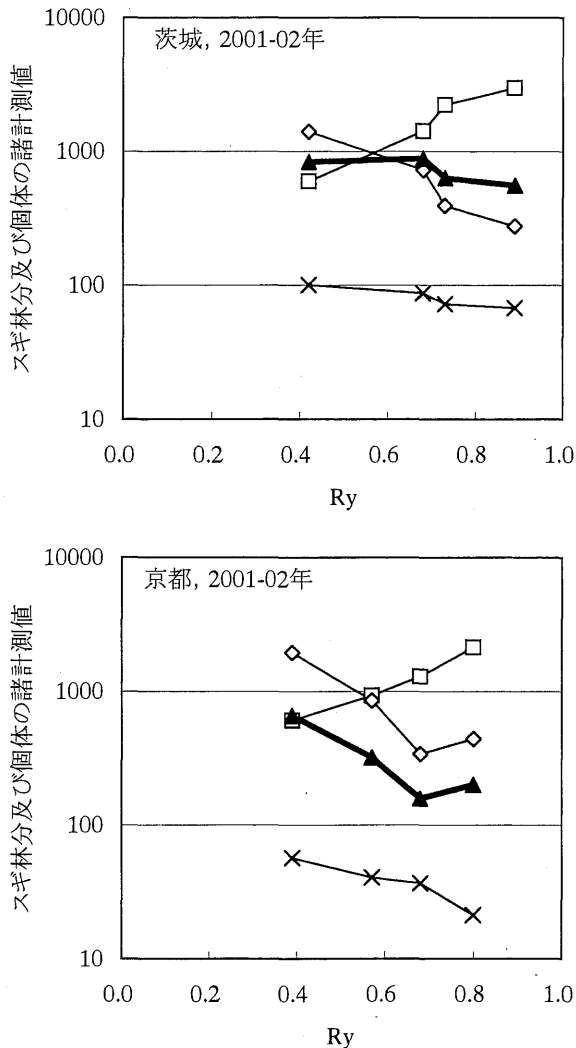


図-1. 収量比数 (Ry) とスギ林分および個体の諸計測値との関係

□, 個体数密度 (trees/ha); ◇, 雄花着生個体当り雄花生産量 (g/tree); ▲, 林分当り雄花生産量 (kg/ha); ×, 雄花着生個体数比 (%)

雄花着生個体当り雄花生産量 (林分当り雄花生産量を雄花着生個体数密度で除した値) は間伐が強度な区ほど増加した。この値は、京都では無間伐区と通常間伐区では比較的小さく、強度間伐区はその約2倍、超強度間伐区では約4倍であった (図-1)。茨城も同様で、強度間伐区は約2倍、超強度間伐区では約5倍であった。

樹冠の全周囲を疎開された個体 (茨城では強度と超強度間伐区の7個体、京都では同じく4個体) について間伐1年後に最下一次枝 (間伐直前は日当たりが悪く、雄花を着生していなかった枝である) の雄花着生の有無を観察した結果、京都では最下一次枝に雄花を着生する個体はなかったが、茨城では7個体中5個体が雄花を着生していることが確認された。これは、茨城では間伐によって日当たりが良くなった樹冠に雄花が着生したことを示している。

#### IV. 考 察

清野 (2000) はスギ林の一部皆伐で新たに林縁木となった個体と林内木とを比較し、林縁木は林内木より雄花を着生する個体の割合が4.7倍多く、雄花着生個体当りの雄花生産量が2.3倍多く、日当たりが良くなった林縁木の陰樹冠の大半が疎開の6カ月後にも雄花を着生することを認めている。樹冠疎開にともなう、このような雄花着生状態の変化が、今回の間伐林分でも見られた。これは、皆伐地の隣接林分で起きたのと同様の雄花着生の反応が、強い間伐を行った林分でも生じたことを示している。林分雄花生産量はデータのある範囲内ではおおむね Ry と負の比例関係にあった (図-1)。これは、間伐が強度であると間伐で直接除去される雄花量は多くても、林冠が再閉鎖するまでの長い間、林分雄花生産量の多い状態が続くので、雄花生産量の抑制効果は期待できず、逆効果となる可能性が高いことを示している。ただ、図-1によれば、Ry が高い範囲 (およそ0.7以上) では Ry が変化しても林分雄花生産量はあまり変わらない。これは間伐強度が弱いときは、間伐後に分化する雄花がそれほど増えず、個体数の減少と相殺されるからであると考えられる。なお、林野庁 (2000) の花粉抑制調査では Ry を0.1程度減少させる間伐でも林分雄花生産量が増加している事例があるので、一般的な傾向を得るにはさらに事例数を増やす必要がある。一般に、1回の間伐の強度は Ry の減少量で0.15以下とするのが良い (竹内, 1998) とされている。したがって、閉鎖林を対象とする通常強度の間伐には、間伐後の林分雄花生産を抑制する効果は認められないと考えられる。

Ry が0に近くなると立木が著しく疎らになるので、林分雄花生産量は0に近くなる。Ry の値がとり得る全域 (0~1) を通して見れば、林分雄花生産量は Ry がある値 (茨城では0.6未満、京都では0.4未満) のときに最大値をもつと考えられる。この結果は清野 (2000) のモデルによる推定結果や、林野庁の花粉抑制調査 (2000) の関東、中部地方における多点調査の結果とおおむね一致している。また、芯を止めるなど通常林分とは異なる管理を受けてはいるが、採種園における土地面積当りの個体数と、雄花数 (あるいは球果数) の個体当りの量、土地面積当りの量の3者間にも類似の関係がある (浅川, 1994)。

間伐に対する雄花着生の反応は試験林によって異なった。雄花分化は7月の梅雨明け頃の気象に強く影響され、高温、乾燥などがあると促進されるが、個体の遺伝的性質 (植月ら, 1997) や栄養条件 (浅川・長尾, 1966) なども関係する。今回調査した雄花の生産量に大きな影響を及ぼした2001年7月の月平均気温は、どの試験地でも平年値より高く (表-1)、雄花が着生しやすい気象条件にあったと考えられる。したがって、試験地によって雄花着生個体の割合が異なったのはスギの遺伝的性質の違いなどのためであると思われる。なお、熊本でも観察木20個体のうち2個体は間伐前年に雄花を着生しており、熊本の試験地の

スギも雄花を着生できると考えられる。本試験の、熊本のスギ林のように樹冠を疎開されても雄花をほとんど着生しない林では、間伐は花粉生産抑制の効果をほとんどもたない。京都のスギ林では無間伐林に雄花を着生する個体が少なく(21%)、超強度間伐区では雄花を着生する個体の割合が高く(57%)、その結果、両者の林分雄花生産量の比は大きかった(約3.3倍)。一方、茨城のスギ林では無間伐林でも雄花を着生する個体が多く(68%)、超強度間伐区では全個体が雄花を着生したが、比をとれば両者の違いは京都ほどではなく、林分雄花生産量の比(約1.6倍)も京都ほど大きくならなかった。京都のスギ林のような林では、間伐による直接の雄花量除去効果が少ないわりに、間伐後に雄花着生を促進させる影響が大きく、間伐は雄花生産抑制を目的としては好ましくない結果をもたらす可能性が大きい。現存するスギ林について、間伐されたときの雄花着生のしやすさ(疎開に対する反応)を予察することはいまのところ困難であるが、品種や地域ごとにその性質を明らかにすることが、間伐が花粉生産に及ぼす影響を把握するうえで重要であると考えられる。自然条件における雄花の着きやすさについては雄花生産の少ないスギ品種の作出を目的に、ジベレリン処理による強制着花と自然着花の関係が検討されている(植月ら, 1997)。精英樹クローンではジベレリン処理による雄花着生は自然着生と必ずしも傾向が一致しないなどの傾向が得られている。疎開に対する雄花着生の反応についても知見を集め、有効な雄花生産抑制対策の開発に結びつけていく必要がある。

なお、京都のスギ林において、材積で6割あまりを除去する超強度間伐を行っても残存木の43%が雄花を着生しなかった(図-1)のは示唆に富んだ事実である。スギには多くの品種や系統があり、雄花着生のしやすさが異なる(河室ら, 2003)。遺伝的に異なる個体が混生する林では、疎開に対する雄花着生の反応が個体によって異なる可能性が高く、そのような林では、無差別に一律に間伐するより、雄花着生量の多い個体を優先的に間伐した方が、間伐後の林分雄花生産量は少なくなると考えられる。

本研究は文部科学省プロジェクト「スギ花粉症克服のた

めの総合研究」の一部として行った。試験林の設定にご協力をいただいた京都大阪森林管理事務所、熊本森林管理署、東京分局森林技術センターの関係各位、ならびに野外調査にご助力をいただいた各位に厚くお礼申し上げる。

#### 引用文献

- 浅川澄彦(1994) 種子。(造林学 基礎の理論と実践技術. 238 pp, 川島書店, 東京). 66-85.
- 浅川澄彦・長尾精文(1966) 球果・タネによってつかわれる肥料 3 要素量の試算例. 日林誌 48: 84-87.
- 家原敏郎(2000) 森林資源調査による花粉発生源分布の把握とその推移予想。(スギ花粉症克服に向けた総合研究(第I期平成9年度~11年度) 成果報告書. 科技庁研究開発局編, 520 pp, 科技庁研究開発局, 東京). 279-292.
- 勝田 柁(2001) スギ。(森林・林業百科事典. 日本林業技術協会編, 1236 pp, 丸善, 東京). 534-536.
- 川口 毅(2000) 医療経済に関する研究。(スギ花粉症克服に向けた総合研究(第I期平成9年度~11年度) 成果報告書. 科技庁研究開発局編, 520 pp, 科技庁研究開発局, 東京). 136-150.
- 河室公康・伊東宏樹・清野嘉之(2003) ラジコンヘリ低空空撮によるスギ林の雄花着生状況の判別. 森林航測 199: 16-20.
- 気象庁(1999) 異常気象レポート '99 近年における世界の異常気象と気候変動<各論>. 341 pp, 大蔵省印刷局, 東京.
- 気象庁(2002) 気象庁年報(平成13年) 2001年. 気象業務支援センター, 東京.
- 清野嘉之(2000) 樹冠量制御モデルによる花粉生産量の抑制技術の開発。(スギ花粉症克服に向けた総合研究(第I期平成9年度~11年度) 成果報告書. 科技庁研究開発局編, 520 pp, 科技庁研究開発局, 東京). 472-484.
- 村山貢司(2002) 空中スギ花粉数の年次変動と花粉情報. 医学のあゆみ 200(5): 417-421.
- 日本林業技術協会(1999) 人工林林分密度管理図 全22図(復刻), 解説書付き. 日本林業技術協会, 東京.
- 林野庁(2000) 平成11年度花粉抑制調査報告書. 58 pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 林野庁(2001a) プレスリリース. <http://www.rinya.maff.go.jp/puresu/2gatu/kahun.html>.
- 林野庁(2001b) 平成12年度 林業の動向に関する年次報告(第151回国会(常会)提出). 293 pp, 林野庁, 東京.
- 齋藤秀樹(1987) 裏日本系スギ林の生殖器官生産量および花粉と種子生産の関係. 日生態誌 37: 183-195.
- 竹内郁雄(1998) 間伐。(林業技術ハンドブック. 林野庁監修, 1969 pp, 全国林業改良普及協会, 東京). 860-882.
- 植月充孝・植木忠二・小田切理恵(1997) 日本海東部・西部育種区のスギ精英樹の着花性(III) 雄花の着花量が少ない精英樹. 森林応用研究 6: 189-190.
- 横山敏孝・金指達郎(2001) 花粉飛散予測のためのスギ林の雄花生産量推定法. 日林関東支論 53: 137-138.